

Wertdokument mit einem maschinenlesbaren Echtheitskennzeichen

- Die Erfindung betrifft ein Wertdokument, ein Sicherheitselement und ein
5 Sicherheitspapier mit einem maschinenlesbaren Echtheitskennzeichen. Die
Erfindung betrifft auch verschiedene Verfahren zur Prüfung der Echtheit
derartiger Wertdokumente, eines Sicherheitselementes oder eines Sicher-
heitspapiers.
- 10 Wertdokumente, wie beispielsweise Banknoten, Aktien, Anleihen, Urkun-
den, Gutscheine, Schecks, hochwertige Eintrittskarten, aber auch andere fäl-
schungsgefährdete Papiere, wie Pässe oder sonstige Ausweisdokumente,
werden in der Regel mit verschiedenen Sicherheitsmerkmalen zur Erhöhung
der Fälschungssicherheit versehen. Als Sicherheitsmerkmal wird beispiels-
15 weise ein in die Banknote eingebetteter Sicherheitsfaden, ein aufgebracht
Sicherheitsstreifen oder ein selbsttragendes Transferelement, wie ein Patch
oder ein Etikett, verwendet, das nach seiner Herstellung auf ein Wertdoku-
ment aufgebracht wird.
- 20 Es ist auch bekannt, Wertdokumente oder hochpreisige Waren mit unter ge-
wöhnlichen Bedingungen weitgehend unsichtbaren Markierungen zu verse-
hen, die bei Beleuchtung mit Strahlung außerhalb des sichtbaren Spektralbe-
reichs nachweisbar sind. Beispielsweise beschreibt die Druckschrift
EP 0 340 898 A2 eine Sicherheitscodierung, die im sichtbaren Spektralbereich
25 farblos oder nur schwach gefärbt erscheint, und die im nahen Infrarot, insbe-
sondere bei einer Wellenlänge zwischen 750 nm und 1000 nm, eine signifi-
kante Absorption aufweist. Um das Erkennen der Sicherheitscodierung mit
bloßem Auge zu erschweren, ist sie mit einer zweiten, im sichtbaren Spek-
tralbereich gefärbten Farbmarkierung überdruckt, die im infraroten Spek-
30 tralbereich transparent ist.

Zum Auslesen der Sicherheitscodierung werden Infrarotdetektoren verwendet, die im Wellenlängenbereich von 780 nm bis 800 nm empfindlich sind, und mit denen die Infrarotabsorption der Sicherheitscodierung nachgewiesen werden kann. Derartige Infrarotdetektoren sind mittlerweile handelsüblich und weit verbreitet. Der Fälschungsschutz durch die beschriebene Sicherheitscodierung kann daher nicht mehr als besonders hoch eingeschätzt werden, da auch der für das menschliche Auge unsichtbare Teil der Codierung ohne besonderen Aufwand für jedermann nachweisbar ist. Dadurch ergeben sich Ansatzpunkte für unberechtigte Nachahmungen oder Nachstellungen der Sicherheitscodierung der EP 0 340 898 A2.

Von besonderem Vorteil ist es, wenn ein Sicherheitsmerkmal maschinell lesbar ist, da dann, beispielsweise in einer Banknotenbearbeitungsmaschine, eine automatische Echtheitsprüfung einer großen Zahl von Wertdokumenten in kurzer Zeit durchgeführt werden kann. Darüber hinaus wird oft eine unauffällige oder für den Besitzer nicht erkennbare Überprüfung eines Dokuments oder eines geschützten Gegenstands angestrebt, die in der Regel nur mithilfe eines maschinenlesbaren Sicherheitsmerkmals geleistet werden kann.

Ausgehend davon liegt der vorliegenden Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Echtheitskennzeichen für Wertdokumente und andere abzusichernde Gegenstände anzugeben, das die Nachteile des Standes der Technik vermeidet und eine erhöhte Fälschungssicherheit gewährleistet. Darüber hinaus soll das Echtheitskennzeichen maschinenlesbar sein.

Diese Aufgabe wird durch das Wertdokument mit den Merkmalen des Hauptanspruchs gelöst. Ein Sicherheitselement zur Absicherung eines Gegenstands, ein Sicherheitspapier für die Herstellung von Sicherheits- oder

Wertdokumenten, Verfahren zur Echtheitsprüfung der genannten Gegenstände sowie eine Vorrichtung zur Durchführung der Echtheitsprüfung sind Gegenstand der nebengeordneten Ansprüche. Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

5

Das erfindungsgemäße Wertdokument, Sicherheitselement und Sicherheitspapier baut auf dem Stand der Technik dadurch auf, dass das Echtheitskennzeichen einen lumineszierenden Markierungsstoff und einen im infraroten Spektralbereich absorbierenden Markierungsstoff umfasst. Es hat sich
10 herausgestellt, dass bei Verwendung nur eines Markierungsstoffes die Analyse und Nachahmung des Echtheitskennzeichens relativ leicht möglich sind, da stets nur eine Eigenschaft des Markierungsstoffes erkannt und imitiert werden muss. Werden dagegen mehrere Stoffe kombiniert, die gleiche oder sehr ähnliche Effekte, beispielsweise unterschiedliche Fluoreszenzen, auf-
15 weisen, so können sich die beiden Eigenschaften gegenseitig beim Nachweis beeinflussen, so dass ein erfolgreicher Nachweis nicht mehr in allen Fällen gewährleistet werden kann.

20

Im Gegensatz dazu stören sich die Markierungsstoffe in der erfindungsgemäßen Kombination nicht, da beim Nachweis unterschiedliche Stoffeigenschaften abgefragt werden. Weiterhin liefert der Infrarot-absorbierende Markierungsstoff kein aktives Signal für die Analyse der enthaltenen Stoffe, so dass die Analyse deutlich für den Fälscher erschwert wird. Die Analyse bzw. Nachstellung lumineszierender Markierungsstoffe ist dagegen vergleichs-
25 weise einfach, da die emittierte Strahlung durch Einstrahlung eines breiten Spektralbereichs leicht sichtbar gemacht werden kann.

In anderen, weiter unten genauer beschriebenen Ausführungsformen wird gerade die Wechselwirkung der beiden Stoffeigenschaften als Grundlage für

die Auswertung der Echtheitsprüfung verwendet. Die durch die Wechselwirkung der beiden Markierungsstoffe entstehenden Effekte können nicht auf einfache Weise nachgestellt werden und bieten daher eine besonders hohe Fälschungssicherheit.

5

Der lumineszierende Markierungsstoff emittiert nach einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung im infraroten Spektralbereich, bevorzugt bei einer Wellenlänge λ oberhalb von etwa 1100 nm, besonders bevorzugt oberhalb von etwa 1200 nm. Dies hat den Vorteil, dass die Lumineszenz dann nicht mit herkömmlichen und leicht erhältlichen Infrarotdetektoren, die hauptsächlich im Wellenlängenbereich von 780 bis 800 nm empfindlich sind, nachgewiesen werden kann. Übliche Siliziumphotodioden erlauben aufgrund der Bandlücke des Siliziums von 1,12 eV keinen Nachweis infraroter Strahlung mit Wellenlängen oberhalb von etwa 1100 nm. Detektoren für langwelligere Infrarotstrahlung sind wesentlich aufwändiger und stehen nicht jedermann zur Verfügung.

20

Es hat sich insbesondere als zweckmäßig herausgestellt, wenn der lumineszierende Markierungsstoff im Absorptionsbereich des Infrarot-absorbierenden Markierungsstoff emittiert. Dies erlaubt es, die bereits angesprochenen Wechselwirkungseffekte der beiden Markierungsstoffe auszunutzen. Die Anregung des lumineszierenden Markierungsstoffs erfolgt vorteilhaft ebenfalls im infraroten Spektralbereich, bevorzugt im Spektralbereich von etwa 800 nm bis etwa 1000 nm.

25

Nach einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist der Infrarot-absorbierende Markierungsstoff im sichtbaren Spektralbereich im Wesentlichen farblos oder besitzt nur eine schwache Eigenfarbe. Er ist dann unter gewöhnlichen Beleuchtungsbedingungen unsichtbar oder erscheint nur wenig

auffällig. Insbesondere kann der Infrarot-absorbierende Markierungsstoff im Sichtbaren transparent sein. Auch bei einer Wellenlänge von etwa 800 nm weist der Infrarot-absorbierende Markierungsstoff vorteilhaft noch keine signifikante Absorption auf, um dem Nachweis durch handelsübliche Infrarotdetektoren zu entgehen.

Eine signifikante Absorption weist der Infrarot-absorbierende Markierungsstoff bevorzugt erst im Spektralbereich zwischen etwa 1200 nm und etwa 2500 nm, bevorzugt im Spektralbereich zwischen etwa 1500 nm und etwa 2000 nm auf. Die Infrarotabsorption des Echtheitskennzeichens ist dann bei den Wellenlängen herkömmlicher Infrarotdetektoren nicht nachweisbar, sondern tritt erst im langwelligeren und schwieriger zugänglichen Spektralbereich oberhalb von 1200 nm, bzw. oberhalb von 1500 nm hervor.

Bevorzugte Infrarot-absorbierende Markierungsstoffe weisen im sichtbaren Spektralbereich weniger als etwa 40%, insbesondere weniger als etwa 25% der Absorption im Bereich von 1200 nm bis 2500 nm bzw. im Bereich von 1500 nm bis 2000 nm auf, bezogen jeweils auf die Fläche unterhalb der Absorptionskurve für den jeweiligen Spektralbereich.

Als Infrarot-absorbierende Markierungsstoffe werden gemäß der vorliegenden Erfindung beispielsweise auf dotierten Halbleitermaterialien basierende Stoffe eingesetzt. Auch ein Metalloxid enthaltende Stoffe sind geeignet. Diese zeichnen sich insbesondere durch ihre Alterungsbeständigkeit aus. Der Infrarot-absorbierende Markierungsstoff liegt vorzugsweise in Partikelform mit einer durchschnittlichen Partikelgröße kleiner als 50 μm vor. Dadurch wird sichtbares Licht von den Partikeln nur wenig gestreut, so dass der Markierungsstoff farblos ist oder nur eine schwache Eigenfarbe besitzt.

Beispiele für Infrarotabsorber, die weder im Sichtbaren noch bei etwa 800 nm eine nennenswerte Absorption aufweisen, stellen etwa 2,5-Cyclohexadiene-1,4-diylidene-bis[N,N-bis(4-dibutylaminophenyl) ammonium]bis(hexafluoroantimonate) mit der Summenformel $C_{62}H_{92}N_6F_{12}Sb_2$, oder die

5 Farbstoffe ADS 990 MC mit der Summenformel $C_{32}H_{30}N_2S_4Ni$, oder ADS 1120P mit der Summenformel $C_{52}H_{44}Cl_2O_6$ der Firma Siber Hegner GmbH, Hamburg, dar.

Der lumineszierende Markierungsstoff kann auf Basis eines mit einem Sel-

10 tenerdmetall dotierten Wirtsgitters gebildet sein. Beispiele für derartige lumineszierende Markierungsstoffe sind etwa in der Druckschrift WO 99/38701 enthalten, deren Offenbarung insoweit in die vorliegende Anmeldung aufgenommen wird.

15 In einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung sind der lumineszierende Markierungsstoff und der Infrarot-absorbierende Markierungsstoff durch separate Stoffe gebildet, die getrennt voneinander in das Wertdokument ein- oder auf das das Wertdokument aufgebracht sind. Dies erlaubt eine große Flexibilität bei der Auswahl der beiden Markierungsstoffe, um verschiedene

20 und teilweise gegenläufige Anforderungen, beispielsweise bezüglich Sicherheit, Altersbeständigkeit, Abnutzungsbeständigkeit und Herstellungskosten, erfüllen zu können.

Alternativ sind der lumineszierende Markierungsstoff und der Infrarot-ab-

25 sorbierende Markierungsstoff als Stoffmischung gemeinsam in das Wertdokument eingebracht bzw. auf das Wertdokument aufgebracht. Diese Variante bietet ebenfalls bedeutende Vorzüge, da die Stoffmischung durch einen einzigen Druckgang aufgebracht werden kann. Dadurch ergeben sich beispielsweise im Banknotendruck wesentlich geringere Einschränkungen im

Banknotendesign als bei dem Einsatz zweier separat aufgebracht Markierungsstoffe. In letzterem Fall muss oft auf einen sichtbaren Druckgang verzichtet werden oder es wird ein kostspieliger zusätzlicher Druckgang auf einem weiteren Druckwerk durchgeführt.

5

Darüber hinaus kann durch Beimischen des lumineszierenden Markierungsstoffs zu einem großflächig aufgetragenen, unsichtbaren, Infrarot-absorbierenden Merkmal, wie etwa einem Barcode, eine einheitliche und hohe Flächendeckung von bis zu etwa 50% erreicht werden. Im Gegensatz dazu ist der Nachweis lumineszierender Markierungsstoffe bei der herkömmlichen Beimischung zur sichtbaren Druckfarbe oft durch die Buntpigmente der Farbe beeinträchtigt. Auch ist die Verteilung des Markierungsstoffs aufgrund der unterschiedlichen Druckbilder für Banknoten mit verschiedenen Stü-

10

ckelungen sehr uneinheitlich.

15

Als weiterer Vorteil der Kombination der beiden Markierungsstoffe in einer Stoffmischung kann bei der Qualitätskontrolle des unsichtbaren Drucks ein Prüfschritt entfallen. Beispielsweise stellt bei Infrarot-absorbierenden Barcodes die Kontrolle der Druckqualität der Balkencodes sicher, dass die richtige Strichstärke der Farbe gedruckt ist. Die Qualitätskontrolle der beigemischten lumineszierenden Markierung kann sich dann auf die Eingangskontrolle der Farbe beschränken.

20

In einer vorteilhaften Ausgestaltung ist der lumineszierende Markierungsstoff vollflächig in das Wertdokument eingebracht oder auf das Wertdokument aufgebracht, beispielsweise aufgedruckt. Der lumineszierende Markierungsstoff gibt dann einen gleichmäßigen Hintergrund für eine Absorptions- oder Emissionsmessung, die bei einer Echtheitsprüfung beispielsweise als konstantes Bezugssignal verwendet werden kann. Es ist jedoch auch mög-

25

lich, den lumineszierenden Markierungsstoff nur an ausgewählten Stellen, beispielsweise entlang vorgegebener Spuren, ein- oder aufzubringen.

- Das WERTdokument kann ein Substrat, insbesondere ein Papiersubstrat, umfassen, in dessen Volumen der lumineszierende Markierungsstoff eingebracht ist. Dazu eignen sich beispielsweise die Verfahren nach den Druckschriften EP-A-0 659 935 und DE 101 20 818, deren Offenbarungen insoweit in die vorliegende Anmeldung einbezogen werden. Die zur Markierung eingesetzten Pigmentpartikel werden dabei einem Gasstrom oder einem Flüssigkeitsstrom beigemischt und in eine Papierbahn eingebracht. Die Verfahren eignen sich insbesondere zur Markierung von Sicherheitspapier, das für die Herstellung von Sicherheits- oder WERTdokumenten, wie Banknoten, Ausweiskarten oder dergleichen, verwendet wird.
- Alternativ oder zusätzlich kann der lumineszierende Markierungsstoff einer Streichmasse zugegeben werden oder zusammen mit einer Oberflächenleimung auf die Oberfläche eines WERTdokuments oder auf die zu dessen Herstellung verwendeten Substratmaterialien aufgebracht werden. Neben Papier und anderen faserhaltigen Stoffen eignen sich insbesondere auch Folien zur Herstellung von WERTdokumenten, in welche der lumineszierende Markierungsstoff ebenfalls, beispielsweise durch Coextrusion, eingebracht werden kann.

- Der Infrarot-absorbierende Markierungsstoff ist bevorzugt auf das WERTdokument aufgebracht, insbesondere ist er auf das WERTdokument aufgedruckt. Zum Aufdrucken können dabei alle geeigneten Druckverfahren zum Einsatz kommen. Besonders bevorzugt ist das Tintenstrahldrucken, da damit auch gekrümmte Oberflächen in einfacher Weise bedruckt werden können und

eine Individualisierung des Aufdrucks für verschiedene Gegenstände leicht möglich ist.

5 Gemäß einer vorteilhaften Weiterentwicklung der Erfindung stellt die Anordnung des Infrarot-absorbierenden Markierungsstoffs eine Information, wie Muster, Zeichen oder Codierungen, dar. Die Information liegt dabei bevorzugt verschlüsselt vor. Die dargestellte Information kann beispielsweise ein Logo, ein Hoheitszeichen, ein Schriftzug oder eine Buchstaben/Zahlenkombination sein.

10 Besonders bevorzugt bildet die Anordnung des Infrarot-absorbierenden Markierungsstoffs einen Barcode. Dabei umfasst der Begriff „Barcode“ im Rahmen der vorliegenden Erfindung jedes ein- oder zweidimensionale Muster aus schwarzen Balken und weißen Balken (Lücken). Üblicherweise re-
15 präsentiert die Balken/Lückenabfolge eine binäre Zahlenfolge. Der Barcode kann beispielsweise mit einem optoelektronischen Abtaster gelesen werden, indem die Strahlung einer Leucht- oder Laserdiode über die Balken geführt wird und das gestreute Licht von einem Photodetektor aufgenommen und einer Auswerteeinheit zugeleitet wird, die aus der erhaltenen Impulsabfolge
20 die codierte Information extrahiert. Barcodes können maschinell sehr gut gelesen werden und liefern, insbesondere in Verbindung mit Prüfwerten, ein fast fehlerfreies Leseergebnis.

Als Barcodes kommen universelle Formate wie der Code 2/5, der Code 2/5
25 Interleaved, der Code 128, oder der Code 39, aber auch spezielle Formate, wie die im Einzelhandel verbreiteten Codierungen UPC, EAN-8 oder EAN-13 in Betracht. Auch zweidimensionale Barcodes, die eine besonders stark kondensierte Aufzeichnung bieten, können im Rahmen der Erfindung vorteilhaft verwendet werden. Beispielhaft sei der Code 2/5 Interleaved be-

schrieben, der für rein numerische Codierungen eingesetzt wird. Dabei werden fünf Elemente (Balken oder Lücken) pro Nutzzeichen verwendet. Zwei dieser fünf sind breite Elemente, die restlichen drei Elemente sind schmal. Nutzzeichen an gerader Position werden durch eine Lücke und an ungerader
5 Position durch einen Balken dargestellt.

Mit anderen Codes, wie dem Code 39, der eine Barcodedarstellung aus 9 Elementen (5 Balken und 4 Lücken) verwendet, von denen drei breit und sechs schmal sind, lassen sich sowohl Zahlen als auch Buchstaben darstellen.
10 Beispielsweise können damit auf einer Banknote die Landeswährung (EUR, USD etc.) und Wertziffern oder andere Daten, wie das Emissionsdatum der Banknote, codiert werden.

In einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung liegen der lumineszierende Markierungsstoff und der Infrarot-absorbierende Markierungsstoff in
15 einander überlappenden Bereichen des Werdokuments vor. Dann kann beispielsweise die teilweise Absorption der Lumineszenzemission durch den Infrarot-absorbierenden Markierungsstoff als indirekter und schwer nachzunehmender Auslesevorgang eingesetzt werden.

20 Das Werdokument weist nach einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung eine Druckschicht auf, welche die mit dem Infrarot-absorbierenden Markierungsstoff versehenen Bereiche des Werdokuments teilweise oder vollständig überdeckt. Insbesondere kann die Druckschicht im sichtbaren
25 Spektralbereich opak und im Absorptionsbereich des Infrarot-absorbierenden Markierungsstoffs transparent oder transluzent sein, so dass sie das Vorhandensein der Infrarot-absorbierenden Markierung im Sichtbaren verdeckt, den Nachweis der Infrarotabsorption bei einer Prüfwellenlänge hingegen nicht behindert.

Die Druckschicht kann insbesondere im Emissionsbereich des lumineszierenden Markierungsstoffs opak sein, um, wie weiter unten beschrieben, ein differenziertes Auslesen einer Infrarot-absorbierenden Markierung zu ermöglichen.

5

Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung ist die Druckschicht mit einer Stichtiefdrucktechnik auf das Werdokument aufgebracht.

10

Vorteilhaft ist das maschinenlesbare Echtheitskennzeichen großflächig, insbesondere mit einer Fläche von 100 mm² oder mehr, bevorzugt mit einer Fläche von 400 mm² oder mehr, ausgebildet. Ein solches großflächiges Echtheitskennzeichen ist besonders für die Markierung von Banknoten geeignet, da die meisten Geldbearbeitungsmaschinen Transportriemen aufweisen, die Teile der Banknote abdecken. Darüber hinaus können großflächige Kennzeichen einfacher und mit preisgünstigeren Lesegeräten ausgelesen werden. Auch für den Infrarot-lumineszierenden Teil des Echtheitskennzeichens ist eine größere Fläche von Vorteil.

15

20

Zur Erleichterung des Nachweises ist der Infrarot-absorbierende Markierungsstoff und/oder der lumineszierende Markierungsstoff in dem Echtheitskennzeichen mit einer Flächendeckung von 30% oder mehr, bevorzugt von etwa 50% eingebracht.

25

Neben dem geschilderten Werdokument umfasst die Erfindung ein Sicherheitselement zur Absicherung eines Gegenstands mit einem maschinenlesbaren Echtheitskennzeichen der oben in Zusammenhang mit dem Werdokument beschriebenen Art. Das Sicherheitselement kann insbesondere lösbar auf einer Trägerschicht angeordnet sein. Nach bevorzugten Ausgestaltungen ist das Sicherheitselement als Etikett, Siegel, Transferband, Banderole oder

als ein sonstiges flächiges Transferelement ausgebildet und kann auf beliebige abzusichernde Gegenstände, beispielsweise auf Verpackungen oder Umhüllungen, aber auch auf Wertpapiere und andere Sicherheitsdokumente, aufgebracht werden.

5

Die Erfindung umfasst auch ein Sicherheitspapier für die Herstellung von Sicherheits- oder Wertdokumenten, wie Banknoten, Ausweiskarten oder dergleichen, mit einem maschinenlesbaren Echtheitskennzeichen, wie oben in Zusammenhang mit dem Wertdokument beschrieben.

10

Ein Verfahren zur Prüfung der Echtheit eines Wertdokuments, eines Sicherheitselements oder eines Sicherheitspapiers der beschriebenen Art ist durch folgende Schritte gekennzeichnet:

15 - Bestrahlen des maschinenlesbaren Echtheitskennzeichens mit infraroter Strahlung aus dem Anregungsbereich des lumineszierenden Markierungsstoffs,

20 - Bestimmen der Emission des Echtheitskennzeichens bei einer Wellenlänge aus dem Emissionsbereich, und

- Bewerten der Echtheit des Wertdokuments, Sicherheitselements oder Sicherheitspapiers auf Grundlage der bestimmten Emission.

25 Um eine im Echtheitskennzeichen codierte Information extrahieren zu können, wird die Bestimmung der Emission vorteilhaft orts aufgelöst durchgeführt. Nach einer bevorzugten Verfahrensvariante wird die Emission des Echtheitskennzeichens auf zwei gegenüberliegenden Seiten des Wertdokuments, Sicherheitselements oder Sicherheitspapiers bestimmt. Das Signal ei-

ner Seite, beispielsweise der Rückseite einer Banknote, kann dann als Referenzsignal verwendet werden, relativ zu der das Signal der anderen Seite, beispielsweise der Vorderseite, ausgewertet werden kann. Insbesondere kann die Echtheitsbewertung auf Grundlage eines Vergleichs der Emission
5 von den gegenüberliegenden Seiten durchgeführt werden.

Ein anderes erfindungsgemäßes Verfahren zur Prüfung der Echtheit eines Wertdokuments, eines Sicherheitselements oder eines Sicherheitspapiers umfasst die Schritte:

10

- Bestrahlen des maschinenlesbaren Echtheitskennzeichens mit infraroter Strahlung aus dem Absorptionsbereich des Infrarot-absorbierenden Markierungsstoffs,

15

- Bestimmen der Absorption des Echtheitskennzeichens bei einer Wellenlänge aus dem Bestrahlungsbereich, und

- Bewerten der Echtheit des Wertdokuments, Sicherheitselements oder Sicherheitspapiers auf Grundlage der bestimmten Absorption.

20

Die Absorption des Echtheitskennzeichens wird dabei vorteilhaft über eine Messung, insbesondere eine orts aufgelöste Messung, der transmittierten und/oder remittierten infraroten Strahlung bestimmt.

25

Es versteht sich, dass die beiden genannten Verfahren auch miteinander kombiniert werden können, um die Messwerte von mehr als einem Sicherheitsmerkmal auszuwerten.

Ein weiteres erfindungsgemäßes Verfahren zur Prüfung der Echtheit eines Wertdokuments, eines Sicherheitselements oder eines Sicherheitspapiers ist durch folgende Schritte gekennzeichnet:

- 5 - Bestrahlen des maschinenlesbaren Echtheitskennzeichens mit infraroter Strahlung aus dem Anregungsbereich des lumineszierenden Markierungsstoffs,
- 10 - Bestimmen der Absorption des Echtheitskennzeichens bei einer Wellenlänge aus dem Absorptionsbereich des Infrarot-absorbierenden Markierungsstoffs, und
- Bewerten der Echtheit des Wertdokuments, Sicherheitselements oder Sicherheitspapiers auf Grundlage der bestimmten Absorption.

15

Diese Verfahrensvariante beruht auf einer Wechselwirkung zwischen den beiden Markierungsstoffen. Das Verfahren setzt voraus, dass der angeregte lumineszierende Markierungsstoff im Absorptionsbereich des Infrarot-absorbierenden Markierungsstoff emittiert. Die Absorption wird dann nicht
20 über eine Remissions- oder Transmissionsmessung bestimmt, sondern zeigt sich nach Anregung des lumineszierenden Markierungsstoffs in einer lokal unterdrückten Lumineszenzemission.

Auch in diesem Fall hier wird die Absorptionsmessung bevorzugt ortsauf-
25 gelöst durchgeführt. Es versteht sich, dass auch diese Variante mit den beiden oben beschriebenen Verfahren kombiniert werden kann.

Bei allen drei geschilderten Verfahren kann zur Echtheitsprüfung zusätzlich die Absorption des Echtheitskennzeichens bei einer Wellenlänge aus dem

sichtbaren Spektralbereich bestimmt werden. Dadurch kann beispielsweise sichergestellt werden, dass der Infrarot-absorbierende Markierungsstoff nicht durch einen einfachen Infrarotabsorber ersetzt ist, der auch im Sichtbaren zu erkennen ist.

5

Die Bestrahlung des Echtheitskennzeichens wird vorteilhaft mit einer Leuchtdiode oder einer Laserdiode durchgeführt. Besonderes geeignet sind Laserdioden, beispielsweise mit einer Emissionswellenlänge von 1550 nm.

- 10 Wenn die Anordnung des Infrarot-absorbierenden Markierungsstoffs eine Information, insbesondere einen Barcode, darstellt, die durch die Bestimmung der Absorption oder der Emission ausgelesen und zur Echtheitsprüfung verwendet wird, so umfasst die Information in einer besonders bevorzugten Verfahrensvariante die Denomination, die Währung, das Emissions-
- 15 datum, das Land, die Druckerei, oder Ausstattungsmerkmale des Wertdokuments oder des Sicherheitselements, und es werden eine oder mehrere der genannten Informationen bei der Echtheitsprüfung ausgelesen und weiterverarbeitet.

- 20 Die geschilderten Verfahren können insbesondere mit einer Geldbearbeitungsmaschine, einer Banknoten-Zählmaschine, einer Banknoten-Sortiermaschine, einem Banknoten-Lesegerät für Blinde oder Sehbehinderte, einem Banknoten-Lesegerät für das Sortengeschäft oder einem Banknotenprüfgerät im Taschenformat vorteilhaft ausgeführt werden.

25

Der Einsatz einer Infrarot-absorbierenden Markierung hat wesentliche Vorteile gegenüber herkömmlichen Fluoreszenz-Codierungen. So wird zum einen die automatische Lesbarkeit der Markierung wesentlich weniger durch einen darunter liegenden Untergrunddruck gestört. Zum anderen sind Ver-

schmutzungen im infraroten Spektralbereich wesentlich weniger störend als im sichtbaren und im ultravioletten Spektralbereich. Auch das Signal/Rausch-Verhältnis eines Messkopfes ist bei Remissionsmessungen deutlich besser als bei Fluoreszenzmessungen, so dass ein höheres Auflösungsvermögen erreicht werden kann.

Weitere Ausführungsbeispiele sowie Vorteile der Erfindung werden nachfolgend anhand der Figuren erläutert. Zur besseren Anschaulichkeit wird in den Figuren auf eine maßstabs- und proportionsgetreue Darstellung verzichtet.

Es zeigen:

- Fig. 1 eine schematische Darstellung einer Banknote mit einem maschinenlesbaren Echtheitskennzeichen nach einem Ausführungsbeispiel der Erfindung,
- Fig. 2 in (a) einen Querschnitt der Banknote von Fig. 1 im Bereich des Echtheitskennzeichens entlang der Linie II-II, und in (b) den Verlauf der Infrarot-Absorption des Echtheitskennzeichens entlang der in (a) angegebenen Länge I,
- Fig. 3 einen Ausschnitt aus dem Querschnitt eines Wertdokuments mit einer Lumineszenzbeschichtung nach einem anderen Ausführungsbeispiel der Erfindung,
- Fig. 4 einen Wertgegenstand mit einem aufgeklebten Sicherheitselement nach einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung im Querschnitt, und

Fig. 5 und 6 in (a) einen Querschnitt durch eine Banknote wie in Fig. 1, jeweils nach einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung, in (b) den Verlauf der auf der Vorderseite der Banknote gemessenen Infrarot-Absorption, in (c) den Verlauf der auf der Rückseite der Banknote gemessenen Lumineszenzmission, und in (d) den Verlauf der auf der Vorderseite der Banknote gemessenen Lumineszenzmission, jeweils entlang der in (a) angegebenen Länge l des Echtheitskennzeichens.

10

Die Erfindung wird nachfolgend am Beispiel einer Banknote erläutert. Fig. 1 zeigt eine schematische Darstellung einer Banknote 10, die in einem Teilbereich 12 mit einem maschinenlesbaren Echtheitskennzeichen versehen ist. Der Aufbau des Echtheitskennzeichens ist am besten in dem in Fig. 2(a) dargestellten Querschnitt des Teilbereichs 12 zu erkennen.

Das Echtheitskennzeichen umfasst einen im infraroten Spektralbereich lumineszierenden Markierungsstoff, der in Form von Partikeln 14 in das Volumen des vliesartigen Banknotensubstrats 16 eingebracht ist. Die Partikel 14 können der Papier- oder Fasermasse vor der Blattbildung zugegeben oder nach der Schichtbildung in die Fasermatrix eingebracht werden. Im Ausführungsbeispiel sind die lumineszierenden Partikel 14 im Wesentlichen gleichmäßig über das Substratvolumen verteilt.

25 Das Echtheitskennzeichen umfasst weiter einen Infrarot-absorbierenden Markierungsstoff, der im Teilbereich 12 in Form eines Barcodes 20 auf die Vorderseite 18 der Banknote aufgedruckt ist. Der Barcode 20 enthält über eine feststehende Balkencodierung eine eindeutige Kennzeichnung der Landeswährung, Wertziffern sowie eine Angabe über das Emissionsjahr der

Banknote. Der Infrarot-absorbierende Markierungsstoff ist im sichtbaren Spektralbereich bis hin zu Wellenlängen von etwa 800 nm transparent, so dass das Vorhandensein des Barcodes 20 und insbesondere sein Informationsgehalt für den Benutzer mit bloßem Auge nicht zu erkennen sind. Da der

5 Infrarot-absorbierende Barcode 20 darüber hinaus im nahen Infrarot ebenfalls transparent ist, kann er auch mit handelsüblichen Infrarotdetektoren auf Siliziumbasis, die bei etwa 800 nm empfindlich sind, nicht nachgewiesen werden.

- 10 Die Absorption des Barcodes 20 kann jedoch mit aufwändigeren Infrarotdetektoren bei einer Wellenlänge von 1550 nm durch eine Remissionsmessung nachgewiesen werden. Fig. 2(b) zeigt dazu schematisch den Verlauf der gemessenen Infrarot-Absorption entlang der in Fig. 2(a) angegebenen Länge l. Die Maximalwerte 0 und 1 zeigen dabei die Begrenzungen des Teilbereichs
- 15 12 an. Bei bekanntem Codierungsschema, beispielsweise bei Verwendung des Codes 39, kann aus der Lage und Breite der Absorptionspeaks 22 und der Absorptionslücken 24 die im Barcode 20 codierte Information ausgelesen werden. Die Infrarot-Lumineszenz des lumineszierenden Markierungsstoffs 14 kann auf der Vorder- oder Rückseite der Banknote 10 als zusätzliches
- 20 Echtheitsmerkmal überprüft werden.

Eine andere Möglichkeit der Ausstattung eines Wertdokument mit dem lumineszierenden Markierungsstoff ist in der Fig. 3 gezeigt. Dort ist der lumineszierende Markierungsstoff nicht im Volumen des Wertpapiersubstrats 30

25 angeordnet, sondern in Form einer Lumineszenzbeschichtung 32 auf die Rückseite 34 des Substrats aufgebracht. Bei der Lumineszenzbeschichtung 32 kann es sich um eine mit lumineszierenden Partikeln versetzte Streichmasse, eine Oberflächenleimung, eine Deckfarbe, eine Lackschicht oder eine Deck-

folie handeln. Auf der Vorderseite 36 des Substrats ist, wie oben beschrieben, ein Infrarot-absorbierender Barcode 38 aufgedruckt.

Fig. 4 zeigt einen abzusichernden Gegenstand 40 mit einem aufgeklebten
5 Sicherheitselement 42, das von einer Transferfolie auf den Gegenstand 40
übertragen wurde. Das Sicherheitselement 42 umfasst eine Infrarot-absorbie-
rende Schicht 44 mit einem Infrarot-absorbierenden Markierungsstoff der
oben beschriebenen Art und eine deckungsgleich darüber angeordnete Lu-
mineszenzschicht 46. Der lumineszierende Markierungsstoff der Lumines-
10 zenzschicht 46 ist so gewählt, dass er bei der Prüfwellenlänge von 1550 nm,
bei der die Infrarot-absorbierende Schicht 44 absorbiert, transparent ist, so
dass die in der Schicht 44 codierte Information durch eine orts aufgelöste
Messung der reflektierten Infrarot-Strahlung ausgelesen werden kann. Im
sichtbaren Spektralbereich ist das Vorhandensein der Infrarot-absorbie-
15 renden Schicht 44 durch die Lumineszenzschicht 46 verborgen.

Ein weiteres Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Banknote ist in
Fig. 5 dargestellt. Dabei zeigt Fig. 5(a) einen Querschnitt im Bereich des
Echtheitskennzeichens der Banknote wie in Fig. 2(a). Gleiche Elemente sind
20 dabei mit den gleichen Bezugszeichen versehen. Gegenüber dem Ausführ-
ungsbeispiel der Fig. 2 unterscheidet sich die Banknote der Fig. 5 vor allem
durch den im Stichtiefdruck ausgeführten Aufdruck 50 mit einer im sichtba-
ren Spektralbereich opaken, bei der Prüfwellenlänge des Infrarot-absorbie-
renden Markierungsstoffs, im Ausführungsbeispiel 1550 nm, jedoch transpa-
25 renten Druckfarbe. Der Stichtiefdruck führt im Allgemeinen auch zu einer
taktil fühlbaren Reliefstruktur mit einer starken Prägung im Druckbereich 50,
der der Einfachheit halber in der Figur nicht dargestellt ist.

Der Aufdruck 50 überdeckt insbesondere einen Teil des Infrarot-Barcodes 20, so dass in diesem Fall auch ein im Sichtbaren nicht oder nicht vollkommen transparenter Infrarot-absorbierender Markierungsstoff zum Einsatz kommen kann. Zwar ist dann ein Teil des Barcodes 20 sichtbar, ein anderer Teil
5 jedoch durch den Aufdruck 50 verdeckt. Ein Fälschungsversuch durch Reproduktion des sichtbaren Teils des Barcodes 20 wird dann spätestens bei einer Messung des überdruckten Teils des Barcodes 20 offenbar.

10 Eine Messung der Infrarot-Absorption auf der Vorderseite der Banknote entlang der Länge l des Echtheitskennzeichens ist in Fig. 5(b) dargestellt. Da der Aufdruck 50 bei der Prüfwellenlänge transparent ist, ergibt sich im Wesentlichen derselbe Absorptionsverlauf 52 wie bei dem Ausführungsbeispiel der Fig. 2.

15 Fig. 5(c) zeigt den Verlauf der auf der Rückseite der Banknote gemessenen Lumineszenzemission bei einer Prüfwellenlänge von 1550 nm nach Anregung mit infraroter Strahlung im Wellenlängenbereich von 800 nm bis 1000 nm. Es ergibt sich ein konstantes Emissionssignal 54, das als Referenz für eine Vorderseitenmessung dienen kann. Fig. 5(d) zeigt schließlich die auf der
20 Vorderseite der Banknote gemessene Lumineszenzemission. An den Stellen, an denen Balken des Barcodes 20 angeordnet sind, wird die Lumineszenzstrahlung von dem Infrarot-absorbierenden Markierungsstoff absorbiert, so dass entsprechende Lücken im gemessenen Lumineszenzprofil 56 auftreten. In den Lücken des Barcodes 20 kann die Lumineszenz, je nach Durchlässigkeit der Druckfarbe gegenüber dem Wert außerhalb des Aufdrucks 50 reduziert sein (Bezugszeichen 58).
25

Fig. 6 zeigt noch ein anderes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Banknote, bei der in Abwandlung zum Ausführungsbeispiel der Fig. 5 der

lumineszierende Markierungsstoff 14 bei etwa 1310 nm emittiert. Der Infrarot-absorbierenden Barcode 20 absorbiert sowohl bei 1310 nm als auch bei der Prüfwellenlänge von 1550 nm. Der im Stichtiefdruck aufgebrachte Aufdruck 60 ist für die Prüfwellenlänge von 1550 nm transparent, absorbiert jedoch sowohl im sichtbaren Spektralbereich als auch bei der Emissionswellenlänge des lumineszierenden Markierungsstoffs.

Somit ergibt sich bei der in Fig. 6(b) dargestellten Infrarot-Absorptionsmessung bei der Prüfwellenlänge von 1550 nm auf der Vorderseite der Banknote ein Verlauf 62 wie in Fig. 5(b), bei dem die Absorption durch die Verteilung der Balken und Lücken des Barcodes 20 gegeben ist.

Der Verlauf der auf der Rückseite der Banknote gemessenen Lumineszenz-emission bei einer Wellenlänge von 1310 nm ist in Fig. 6(c) dargestellt. Hier ergibt sich, wie in Fig. 5(c), ein konstantes Referenzsignal 64. Fig. 6(d) zeigt schließlich die auf der Vorderseite der Banknote gemessene Lumineszenz-emission 66 bei einer Wellenlänge von 1310 nm. Die Lumineszenzstrahlung wird sowohl von den Balken des Barcodes 20, als auch von dem Aufdruck 60 absorbiert, so dass an diesen Stellen keine Lumineszenz gemessen werden kann.

Patentansprüche

1. Werdokument mit einem maschinenlesbaren Echtheitskennzeichen, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Echtheitskennzeichen einen lumineszierenden Markierungsstoff und einen im infraroten Spektralbereich absorbierenden Markierungsstoff umfasst.
5
2. Werdokument nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der lumineszierende Markierungsstoff im infraroten Spektralbereich, bevorzugt bei einer Wellenlänge λ von 880 nm, bevorzugt oberhalb von etwa 1100 nm, besonders bevorzugt oberhalb von etwa 1200 nm emittiert.
10
3. Werdokument nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass der lumineszierende Markierungsstoff im Absorptionsbereich des Infrarotabsorbierenden Markierungsstoff emittiert.
15
4. Werdokument nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass der lumineszierende Markierungsstoff im infraroten Spektralbereich, bevorzugt im Spektralbereich von etwa 800 nm bis etwa 1000 nm anregbar ist.
20
5. Werdokument nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Infrarotabsorbierende Markierungsstoff im sichtbaren Spektralbereich im Wesentlichen farblos ist oder nur eine schwache Eigenfarbe besitzt.
25
6. Werdokument nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Infrarotabsorbierende Markierungsstoff im Spek-

tralbereich zwischen etwa 1200 nm und etwa 2500 nm, bevorzugt im Spektralbereich von etwa 1500 nm bis 2000 nm signifikant absorbiert.

5 7. Werdokument nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Infrarot-absorbierende Markierungsstoff bei einer Wellenlänge von etwa 800 nm keine signifikante Absorption aufweist.

10 8. Werdokument nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Infrarot-absorbierende Markierungsstoff ein dotiertes Halbleitermaterial oder ein Metalloxid umfasst.

15 9. Werdokument nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Infrarot-absorbierende Markierungsstoff in Partikelform mit einer durchschnittlichen Partikelgröße kleiner als 50 µm vorliegt.

10. Werdokument nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass der lumineszierende Markierungsstoff auf Basis eines mit einem Seltenerdmetall dotierten Wirtsgitters gebildet ist.

20 11. Werdokument nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass der lumineszierende Markierungsstoff und der Infrarot-absorbierende Markierungsstoff durch getrennt voneinander in das Werdokument eingebrachte oder auf das Werdokument aufgebrachte Stoffe gebildet sind.

25 12. Werdokument nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass der lumineszierende Markierungsstoff und der Infrarot-absorbierende Markierungsstoff als Stoffmischung gemeinsam in das

Wertdokument eingebracht oder auf das das Wertdokument aufgebracht sind.

13. Wertdokument nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch**
5 **gekennzeichnet**, dass der lumineszierende Markierungsstoff vollflächig in
das Wertdokument eingebracht oder auf das das Wertdokument aufgebracht
ist.

14. Wertdokument nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 13, **dadurch**
10 **gekennzeichnet**, dass das Wertdokument ein Substrat, insbesondere ein Pa-
piersubstrat umfasst, in dessen Volumen der lumineszierende Markierungs-
stoff eingebracht ist.

15. Wertdokument nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 14, **dadurch**
15 **gekennzeichnet**, dass der Infrarot-absorbierende Markierungsstoff auf das
Wertdokument aufgebracht ist, bevorzugt, dass er auf das Wertdokument
aufgedruckt ist.

16. Wertdokument nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 15, **dadurch**
20 **gekennzeichnet**, dass die Anordnung des Infrarot-absorbierenden Markie-
rungsstoffs eine Information, wie Muster, Zeichen oder Codierungen, bevor-
zugt einen Barcode darstellt.

17. Wertdokument nach Anspruch 16, **dadurch gekennzeichnet**, dass die
25 Information verschlüsselt vorliegt.

18. Wertdokument nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 17, **dadurch**
gekennzeichnet, dass der lumineszierende Markierungsstoff und der Infra-

rot-absorbierende Markierungsstoff in einander überlappenden Bereichen des Werdokuments vorliegen.

19. Werdokument nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 18, **dadurch**
5 **gekennzeichnet**, dass das Werdokument eine Druckschicht aufweist, die die mit dem Infrarot-absorbierenden Markierungsstoff versehenen Bereiche des Werdokuments teilweise oder vollständig überdeckt.

20. Werdokument nach Anspruch 19, **dadurch gekennzeichnet**, dass die
10 Druckschicht im sichtbaren Spektralbereich opak ist und im Absorptionsbereich des Infrarot-absorbierenden Markierungsstoffs transparent oder transluzent ist.

21. Werdokument nach Anspruch 19 oder 20, **dadurch gekennzeichnet**,
15 dass die Druckschicht im Emissionsbereich des lumineszierenden Markierungsstoffs opak ist.

22. Werdokument nach wenigstens einem der Ansprüche 19 bis 21, **dadurch**
20 **gekennzeichnet**, dass die Druckschicht mit einer Stichtiefdrucktechnik aufgebracht ist.

23. Werdokument nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 22, **dadurch**
gekennzeichnet, dass das maschinenlesbare Echtheitskennzeichen großflächig, insbesondere mit einer Fläche von 100 mm² oder mehr, bevorzugt mit
25 einer Fläche von 400 mm² oder mehr ausgebildet ist.

24. Werdokument nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 23, **dadurch**
gekennzeichnet, dass der Infrarot-absorbierende Markierungsstoff und/
oder der lumineszierende Markierungsstoff in dem Echtheitskennzeichen

mit einer Flächendeckung von 30% oder mehr, bevorzugt von etwa 50% eingebracht ist.

25. Sicherheitselement zur Absicherung eines Gegenstands mit einem maschinenlesbaren Echtheitskennzeichen, wie in wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 24 beschrieben.

26. Sicherheitselement nach Anspruch 25, **dadurch gekennzeichnet**, dass es lösbar auf einer Trägerschicht angeordnet ist.

10

27. Sicherheitselement nach Anspruch 25 oder 26, **dadurch gekennzeichnet**, dass es als Etikett, Siegel, Transferband, Banderole oder ein sonstiges flächiges Transferelement ausgebildet ist.

15 28. Sicherheitspapier für die Herstellung von Sicherheits- oder Wertdokumenten, wie Banknoten, Ausweiskarten oder dergleichen, mit einem maschinenlesbaren Echtheitskennzeichen, wie in wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 24 beschrieben.

20 29. Verfahren zur Prüfung der Echtheit eines Wertdokuments, eines Sicherheitselements oder eines Sicherheitspapiers nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 28, **gekennzeichnet** durch folgende Schritte:

- Bestrahlen des maschinenlesbaren Echtheitskennzeichens mit infraroter Strahlung aus dem Anregungsbereich des lumineszierenden Markierungsstoffs,
- Bestimmen der Emission des Echtheitskennzeichens bei einer Wellenlänge aus dem Emissionsbereich, und

- Bewerten der Echtheit des Werdokuments, Sicherheitselements oder Sicherheitspapiers auf Grundlage der bestimmten Emission.

30. Verfahren nach Anspruch 29, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Bestimmung der Emission orts aufgelöst durchgeführt wird.

31. Verfahren nach Anspruch 29 oder 30, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Emission des Echtheitskennzeichens auf zwei gegenüberliegenden Seiten des Werdokuments, Sicherheitselements oder Sicherheitspapiers bestimmt wird.

10

32. Verfahren nach Anspruch 31, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Echtheitsbewertung auf Grundlage eines Vergleichs der Emission von den gegenüberliegenden Seiten durchgeführt wird.

15 33. Verfahren zur Prüfung der Echtheit eines Werdokuments, eines Sicherheitselements oder eines Sicherheitspapiers nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 28, **gekennzeichnet** durch folgende Schritte:

- Bestrahlen des maschinenlesbaren Echtheitskennzeichens mit infraroter Strahlung aus dem Absorptionsbereich des Infrarot-absorbierenden Markierungsstoffs,
- Bestimmen der Absorption des Echtheitskennzeichens bei einer Wellenlänge aus dem Bestrahlungsbereich, und
- Bewerten der Echtheit des Werdokuments, Sicherheitselements oder Sicherheitspapiers auf Grundlage der bestimmten Absorption.

25

34. Verfahren nach Anspruch 33, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Absorption des Echtheitskennzeichens über eine Messung der transmittierten und/oder der remittierten infraroten Strahlung bestimmt wird.

5 35. Verfahren zur Prüfung der Echtheit eines Wertdokuments, eines Sicherheitselements oder eines Sicherheitspapiers nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 28, **gekennzeichnet** durch folgende Schritte:

- 10 - Bestrahlen des maschinenlesbaren Echtheitskennzeichens mit infraroter Strahlung aus dem Anregungsbereich des lumineszierenden Markierungsstoffs,
- Bestimmen der Absorption des Echtheitskennzeichens bei einer Wellenlänge aus dem Absorptionsbereich des Infrarot-absorbierenden Markierungsstoffs, und
- 15 - Bewerten der Echtheit des Wertdokuments, Sicherheitselements oder Sicherheitspapiers auf Grundlage der bestimmten Absorption.

20 36. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 33 bis 35, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Bestimmung der Absorption orts aufgelöst durchgeführt wird.

25 37. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 29 bis 36, **dadurch gekennzeichnet**, dass zur Echtheitsprüfung zusätzlich die Absorption des Echtheitskennzeichens bei einer Wellenlänge aus dem sichtbaren Spektralbereich bestimmt wird.

38. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 29 bis 37, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Bestrahlung mit einer Leuchtdiode oder einer Laserdiode durchgeführt wird.

- 5 39. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 29 bis 38, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Anordnung des Infrarot-absorbierenden Markierungsstoffs eine Information, insbesondere einen Barcode darstellt, die durch die Bestimmung der Absorption oder der Emission ausgelesen und zur Echtheitsprüfung verwendet wird.

10

40. Verfahren nach Anspruch 39, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Information die Denomination, die Währung, das Emissionsdatum, das Land, die Druckerei oder Ausstattungsmerkmale des Werdokuments, Sicherheitselements oder Sicherheitspapiers umfasst, wobei eine oder mehrere der ge-
15 nannten Informationen bei der Echtheitsprüfung ausgelesen und weiterverarbeitet werden.

41. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach wenigstens einem der Ansprüche 29 bis 32 oder 37 bis 40, mit Mitteln zum Bestrahlen des ma-
20 schinenlesbaren Echtheitskennzeichens mit infraroter Strahlung aus dem Anregungsbereich des lumineszierenden Markierungsstoffs, Mitteln zum Bestimmen der Emission des Echtheitskennzeichens bei einer Wellenlänge aus dem Emissionsbereich und Mitteln zum Bewerten der Echtheit des Werdokuments, Sicherheitselements oder Sicherheitspapiers auf Grundlage
25 der bestimmten Emission.

42. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach wenigstens einem der Ansprüche 33 bis 34 oder 36 bis 40, mit Mitteln zum Bestrahlen des maschinenlesbaren Echtheitskennzeichens mit infraroter Strahlung aus dem

Absorptionsbereich des Infrarot-absorbierenden Markierungsstoffs, Mitteln zum Bestimmen der Absorption des Echtheitskennzeichens bei einer Wellenlänge aus dem Bestrahlungsbereich und Mitteln zum Bewerten der Echtheit des Werdokuments, Sicherheitselements oder Sicherheitspapiers auf
5 Grundlage der bestimmten Emission.


43. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach wenigstens einem der Ansprüche 35 bis 40, mit Mitteln zum Bestrahlen des maschinenlesbaren Echtheitskennzeichens mit infraroter Strahlung aus dem Anregungsbereich
10 des lumineszierenden Markierungsstoffs, Mitteln zum Bestimmen der Absorption des Echtheitskennzeichens bei einer Wellenlänge aus dem Absorptionsbereich des Infrarot-absorbierenden Markierungsstoffs und Mitteln zum Bewerten der Echtheit des Werdokuments, Sicherheitselements oder Sicherheitspapiers auf Grundlage der bestimmten Absorption.

15


44. Vorrichtung nach wenigstens einem der Ansprüche 41 bis 43 in Form einer Geldbearbeitungsmaschine, einer Banknoten-Zählmaschine, einer Banknoten-Sortiermaschine, eines Banknoten-Lesegeräts für Blinde oder Sehbehinderte, eines Banknoten-Lesegeräts für das Sortengeschäft oder eines
20 Banknotenprüfgeräts im Taschenformat.

Zusammenfassung

- Die Erfindung betrifft ein Wertdokument mit einem maschinenlesbaren
- 5 Echtheitskennzeichen. Erfindungsgemäß umfasst das Echtheitskennzeichen einen lumineszierenden Markierungsstoff und einen im infraroten Spektralbereich absorbierenden Markierungsstoff.



10 Fig. 2



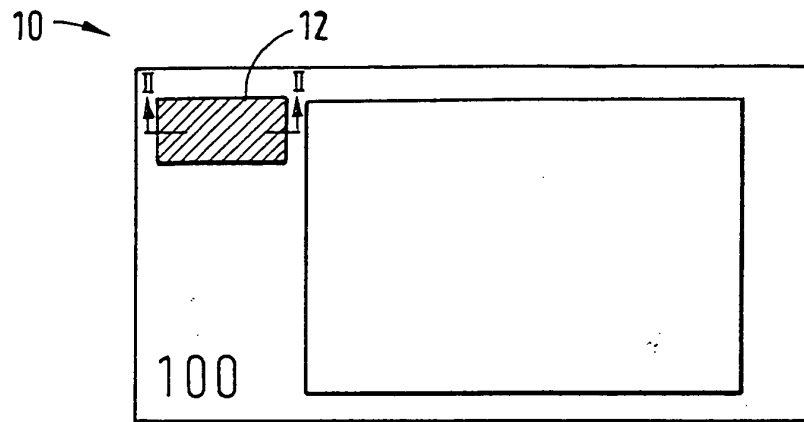


FIG. 1

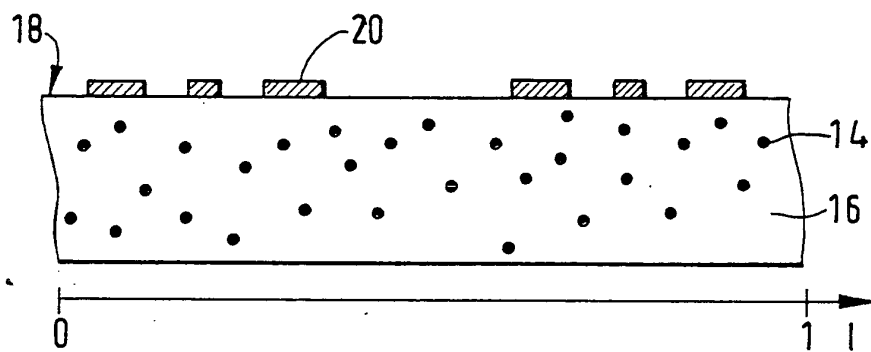


FIG. 2a

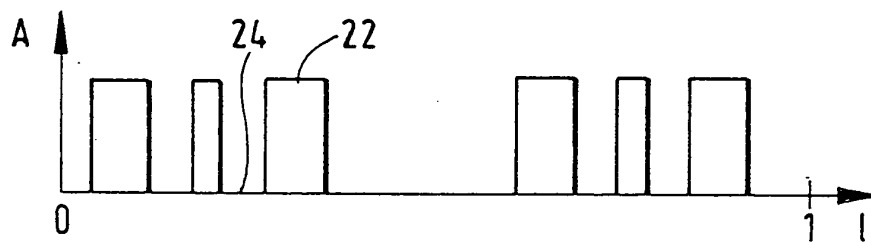


FIG. 2b

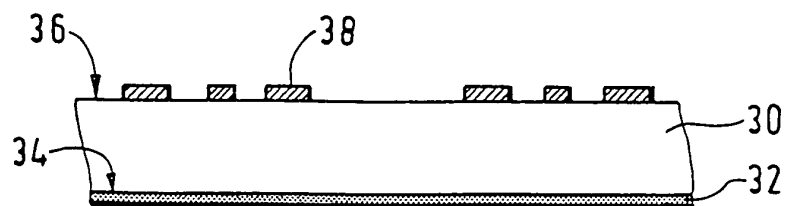


FIG. 3

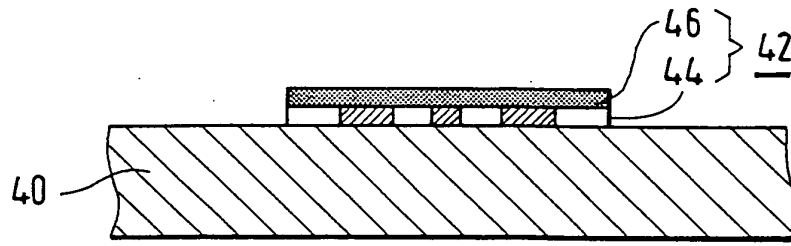


FIG. 4

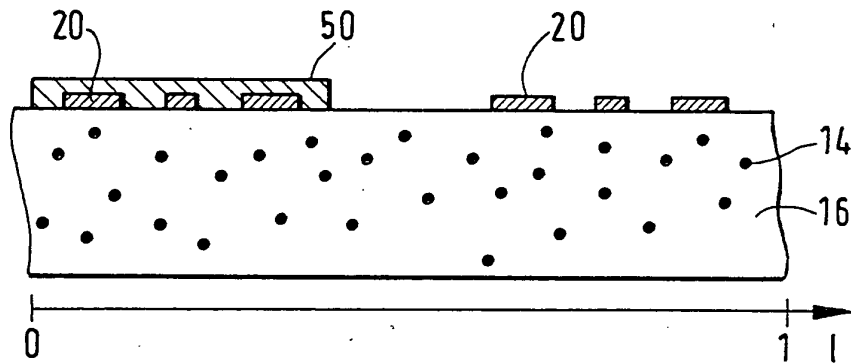


FIG. 5a

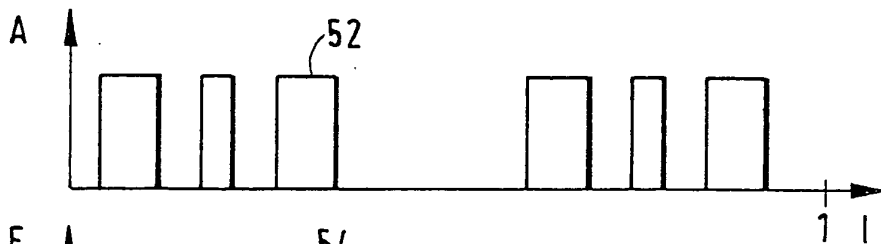


FIG. 5b

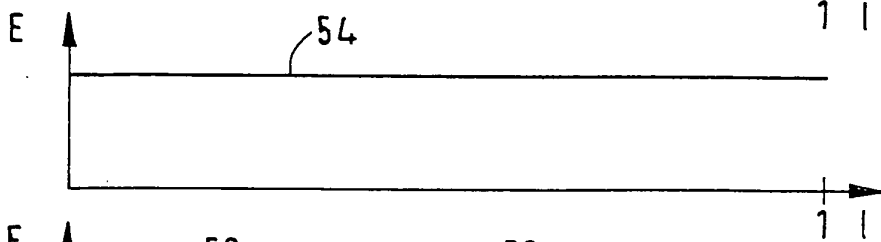


FIG. 5c

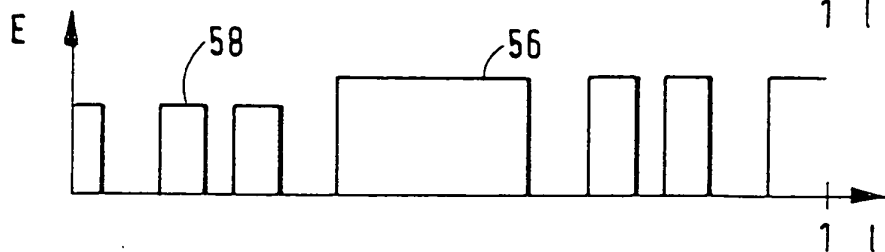


FIG. 5d

